

ティコ・ブラーエ.

人とその業績

(John. Christianson の論文を中心として)

坂 本 信 太 郎

は じ め に

今日の吾々が知っている型式の科学、即ち近代的型式の科学は17世紀に始まったものである。その開幕はニュートン (Isaac Newton; 1642~1727) の創始による力学体系であった。この体系は、勿論ニュートンの明敏にして透徹した頭脳によるものとはいえ、彼に先立したケプラー (Johannes Kepler; 1517~1630) やガリレイ (Galileo Galilei; 1564~1642) の偉業の上に樹っていることは言うまでもない。

ガリレイの発見による地上物体の運動法則とケプラーの惑星運動の法則を統一し発展させたものとしてニュートン力学は始められたのである。処でケプラーの惑星運動に関する三法則は、其の師ティコの膨大な連続的な観測資料に負っているものであり、その整理の中から得られたのである。故にこの意味でニュートン力学の形成はティコに負うものであるといっても良いであろう。

科学の形成は常に段階的であり、累積的である。しかも一挙に直線的に為されるといったものではなく、紆余曲折を経てなされるものなのである。

このことは人間の自然認識の過程が、その時の技術の状態及び社会環境に支配され制約されて決して一挙に直線的にはなされないものであるということによる。

とは言えこの紆余曲折は無秩序なものでなく、その中には秩序性があることを見出し、強く指摘したのが武谷三男博士であった。⁽¹⁾

博士によれば人間の自然認識は、三つの段階を持つものであり、その三段階

とは

第1段階；現象についての知識が集められる段階であり、個別的な事実の集収、記述の段階である。現象論的段階と名付けられる。

第2段階；実体論的段階といわれるこの段階では、現象が起るべき実体的構造を知り、この構造の知識によって現象の記述が整理されて法則性を得るのである。しかしここでの法則性は、実体との対応の形において実体の属性としての意味をもったものなのであってそれ以上の意味をもたない。

第3段階；認識は先の実体的段階を媒介として本質に深まる。ここにおいて諸実体の相互作用の法則が認識される。そしてこの相互作用の下における実体の必然的な運動から、現象の法則が媒介し説明し出されるのである。第2段階に於て現象が如何なる形で起るかという How の法則が得られるに對し、ここに於ては現象が何故に起るかを示す why の法則が得られるに到るのである。かくして任意の構造の実体は任意の条件下でいかなる現象を起すかが明かにされるのである。これを本質論的段階と名付ける。

人間の自然認識は、「ますますどうなる」というように一律に進むのではなく、この三つの段階の環をくりかえして進むのである。一つの環の本質論は次の環から見れば一つの現象論として次の環が進むという工合に。

さてニュートン力学の形成について、この三段階を見るならば、第1の段階はティコの段階であり、第2はケプラーの、第3がニュートンの段階であることを知るのである。

私は本稿に於いて、このティコ (Tycho Brahe; 1546~1601) の人間及びその活動がどんなものであったかを紹介しようと思うのである。幸い Scientific American, 1961, Volume 204, Number 2, Page 118; に John Christaneon⁽²⁾ による目新しい一文 “The Celestial Palace of Tycho Brahe” を見たのでこれを抄訳紹介させて頂く事にした。尚ティコの當時に於ける天文学の状態を参考までに概括すると次のようであった。

国家的行事、教会行事の正しい施行の爲の暦の計算及び航海業者が安全な航海をする爲めにも正確な天体表を得ることは重要であった。亦国家の将来、為

政者の運命、庶民の明日を予言すると称する占星術の為にも正確な星表が必要であった。そして天文学はこの二面に支えられて重要視され、科学の中で高い地位を保っていた。観測の手法は次第に精緻をきわめ、星表も満足すべきものが得られつつあった。とは言え完全に満すものは未だなかった。他方天文理論はどうであったろうか。その内部には対立した理論をめぐって深刻な論争があった。

一つはローマ教会公認の天動説理論である。この説の根底はプラトン－アリストテレス宇宙にあり、天界の位階制、天の不変性、神聖化が蔽とした根本原理であり、諸星は不動な、地球を中心に同心的に配列された、透明にして堅固な天球といわれる球面に添付されていて、規則的運動を繰返しているのである。

他はコペルニクスを代表とする地動説理論であり、ここではすべての天体は平等に取扱われ、実体的に把握されていた。地球に代って宇宙の中心に太陽が不動の状態で据えられ、諸天体、諸惑星がその周りに等速で同心天球上を運動した。

このコペルニクス説は幾多の点で合理的な整然とした優れたものであった。宇宙構造を示す最初の理論であった。しかし、天体の運動を相変らず等速円運動としていたことが禍いして、この理論のもたらす星表は天動説の算出した星表よりも実際に遠かった。それで天文学者達の多くは以前として天動説に依っていた。

ティコも亦同様であった。若し地球が年周運動しているものであれば、半年間に地球の位置は宇宙空間内で太陽との距離の2倍変化するから、当然恒星相互の位置変化を惹き起し年周視差として観測される筈である。しかし当代第一の観測者として自他ともに許す彼の観測技術を以てしても恒星の年周視差を見出すことが出来なかつた。⁽³⁾

これが大きな理由となって、地動説の優れた点を認めつつも、この説の採用を躊躇してしまったのである。そして後述の如き荒唐無稽な宇宙理論を創るに到ったのである。

理論の欠除と観測への余りにも大きな自信が彼を誤らしめたと言えよう。

科学は体系や仮説や理論として提示される思考的産物を現在知られているすべての事実に結びつけることによって成立するものである。充分な支えのない思惟や構成物も、亦単なる経験事実もそれだけでは科学として成立し得ない。

吾々はティコの例から、極端な経験主義も亦観念論に通ずるものであることを知るのである。

しかし地動説は着々とその地歩を固めていた。1572年に於ける新星の突然の出現、そして消滅、1577年における大彗星等の天文学上の諸事件は、天上界の構造について改めて考え直すべき時の到来を告げるものであり、一層精密な星表の必要性の高まった時であった。これらの事件がティコをして天文学に強くひきつけたのであり、亦天球の考えを棄て去らしめたのである。彼は宇宙理論に於ては失敗をしたが、その膨大な観測資料を吾々に残す事によって近代科学の幕開けに於て重要な一翼を荷ったのである。

注 (1) 武谷 三男；弁証法の諸問題，霞書房，昭和26年。

ニュートン力学の形成に就いて，p. 114.

(2) Minnesota 大学に於けるヨーロッパ史の教授補助者。

16世紀の科学史及びデンマーク史の研究者

(3) 年周視差はその値が非常に高い観測精度を要する微小角で，この発見に対する努力の中から近代的天文学が生れたといっても過言ではない。年周視差発見の第一人者はベッセル (Friedrich Wilhelm Bessel ; 1784~1846) で 1838 年白鳥座 51 番星について $0.3136''$ の年周視差発見。

彼に続いて独立に 1839 年 ヘンダーソン (英)，1840 年 シュトルーフエ (ソ) により恒星の年周視差が発見された。

年周視差が発見されたこの時こそコペルニクス地動説が真の宇宙構造を示すものであるとの確証を得た時である。

1. Tycho Brahe の天文台，by John Christianson

16世紀末，一人のデンマーク貴族が世界に未だかつてなかった最大の豪華な天文台を Hven 島に建設した。その正確な器具が近代天文学を創出した。

2. ティコ・ブラーエ

酒を飲んでの馬鹿騒ぎや女遊びと全く同様に，16世紀のドイツの若い伊達者達の血をわかした気晴しは決斗であった。

それでドイツの大学で勉学の為めにはるばる南下してきた若いデンマークの貴族ティコは極めてやすやすと決斗にまきこまれてしまい、争いの最中に鼻の一部を切り取られてしまった。小さいときから常に第一級のもの、最上のものでなければおさまらないティコは、ロウ製のまやかしの義鼻を軽蔑し、一生涯優美な金と銀の義鼻を使用していた。

こうした気性は彼がもっと円熟した年令になって天文学を始めた時の彼の主張“私はヨーロッパ中で最優秀の天文台を持つ”に同様によく現われている。

その最大の天文台は、デンマークの海岸を離れた Hven 島というその建物とはおよそ不釣合の場所に建てられた。Hven 島はシェクスピアのハムレットの場面である Elsinor (Helsingör; デンマーク北東部の海岸) からほど遠からぬ島である。ティコはどちらかと言えばヨーロッパの中心部から天を望む事を望んでいたが、1576年の5月デンマークのフレデリック2世は、“彼が快適に過し、長生きし、生涯の間そこで数学の研究を遂行し続行することを願って”ティコに Hven 島を授けたのだった。時に彼には30才であった。

ティコは天文台建設の為にドイツを去り故郷に帰り、この地に於て21年間天空を凝視つづけ天文学上未だかつて知られなかったような最初の歴大にして精確な観測値の収集を続けた。これらの精確な観測値は全く望遠鏡の助けなしに行われたのであった。

望遠鏡はティコの死後8年たった1609年、ガリレイが始めて天体観測の為に使用する迄無かったのである。

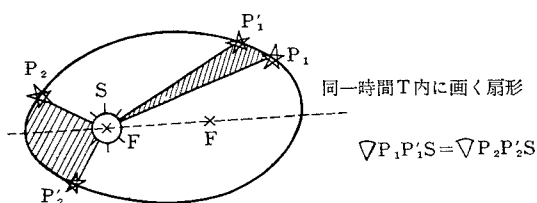
ティコの器具は古代からの器具である象限儀、アーミラリー天球（古代の天球儀）、視差定規に独創的改善を加えたものであり、いずれも皆簡単な金属製の照星で天空の目的物をねらうものであった。

天文学者としての彼の目的は出来るだけ多数の恒星の正確な位置を確定することであり、肉眼で見る事の出来る水星、金星、火星、木星、土星等の遊星の運動を正確な曲線に描き示すことであった。彼の創った星表は最後には777個の星々の位置を収録した。それはデンマークの緯度から肉眼で見る事の出来る星の総数の $\frac{3}{4}$ 以上である。恒星、遊星の位置は赤緯、赤経による座標系で

与えられていた。ティコの正確さへの飽くなき探究は、古代のよりももっと大がかりな一連の器具を、その天文台に多数備えさせたのである。

器具の大きさを大きくして、照星間の距離及び位置読取りの為の度盛の円弧の大きさを増大させることで、より正確な値を得ることが出来るのを知ると同時に、彼は器具を余り大きくすれば器具自身の重みで曲り、そのねぢれの為に大型にすることにより取り除けられた誤差とは違った新しい種類の誤差が入ってしまうことを知った。ティコの記録するところによれば、この巨大な天文台にフレデリック2世が投じた金は、大きな酒だるに一杯以上の金（今日で言えば約1,5億ドルに相当）であった。

さて、ティコの苦心のデーターから、彼の弟子のケプラーがコペルニクス革新を完結させて、広い範囲に亘って成立する法則の導出を行ったのである。ケプラーは火星について、ティコの観測値と角度で8分—これは腕を伸ばして1ペニー銅貨の厚みを見たときに出来る視角—よりも小さい差違で一致する円軌道を苦心して算出したが、ケプラーは師の観測値は角で4分或いは5分より小さい誤差であることを知っていたので、円軌道の仮説を放棄した。そして新たな計算を行い、ついに観測値にぴったり一致する楕円軌道に到達したのであった。



これは非常に重大な一歩であった。これから惑星運動に関するケプラーの三法則の中の二つの重要な基本法則がもたらされるのである。その第一は惑星は楕円の二つの焦点の一つに太陽を置いた楕円軌道を持つ、であり第二は太陽と惑星を結ぶ直線は等しい時間内に等しい面積を描く、である。しかもこのケプラーの火星についての計算はもっと深長な意味を持っていた。

科学の歴史に於て、常に理論家は、先づ非常に正確な一連の観測値を重要視

して、その初めの先入観を棄て去り、全然新しい仮説を探究するものである。

ティコは彼がやっと 17 才になったばかりの 1563 年代の天文学は、新しい観測値を必要としているのをひしひしと感じたのである。この時代の基準の星表は古い Alphonsine 表（プトレマイオスの幾何学的な考え方から算出されたもの）であり、それと Prutenic 表（コペルニックスの地動説後、最近完成されたものである）とであった。双方の表とも、星の位置を度、分、秒で示しているから、可成り正確であるように見えた。しかしティコは Alphonsine 表の示す二惑星の 1563 年の会合日時が実際と 1 ケ月も違うことを発見したのである。新しいほうの表は、誤差の範囲は数日の程度で少しは良かった。

彼は従来の観測値に欠けている正確さを補い天文学研究の新しい基礎を建てることを決心した。誰も彼の能力を疑わなかった。宇宙の真の図は人々が天球内で実際に恒星や惑星がどこに位置しているかを正確に知る迄は知る事が出来ないと固く信じていた。しかしながら観測値の巨大な集収をしてから数年経った後においても、ティコは地球が太陽の周りを動くのであってその反対ではないとのコペルニックスの正しさを認めることが出来なかったのである。

3. Uraniborg 天文台

ティコの最初の未熟な観測は

「やや大きなコンパスを出来るだけ上手にその頂点を眼に近づけて置いて、コンパスの一方の脚を観測しようとする惑星の方にまっすぐにねらい、他方の脚をその惑星に近いある恒星の方に向けてねらう。」という方法で行われた。

彼は 17 才から 29 才の間、ドイツ、イタリアの各地を旅行して廻りながら、やれる時は如何なる時でも天体観測を行った。

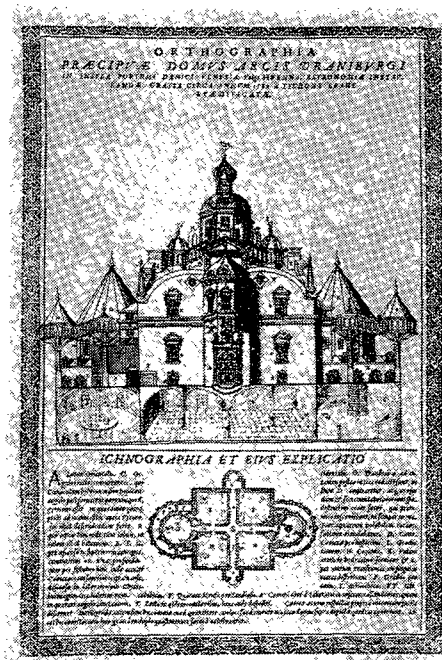
彼が Basel の近くに腰をすえて、本式に天文学の研究を行おうと計画していたところに、本国の宮廷から Hven 島の領地を授けるから受けるようにとの命が伝えられたのである。

Hven 島は寒い上に 1 年の大部分はもやにおおわれていた。しかも余りにも北方によっていたので、彼が考え望んでいたよりも少部の天空しか見る事は出来なかった。特に水星は南の地平線下にあつて、しばしば視界からはずれてしま

った。

Hven 島はこのように緯度は北寄りであったが、人を引きつける魅力的な点をも持っていた。島は海から突き立った山のように聳えており、うるさい卑俗な世間から全くひき離されていた。しかも Copenhagen から気楽に往来出来るところにあった。Copenhagen はティコがその大学に於て、亦は後援者のフレデリックの宮殿で研究を発表したりする為に折々訪れた場所である。

島の周囲はティコの強健な歩幅で8160歩であった。島の北側には唯一つの部落 Tuna がある。Tuna には40所持が住み、いづれもこのすぐれた天文学者の慎重な心づかいの下に生活していた。Tuna の周辺には、部落の広大な三つの農地があり、細長く帯状に分割されていて、島の北半分を覆っていた。農地の前面は、はしばみの実の生えている草原が開け、貴族達の運動に、たつぷり狩猟が行へたし、海には数多くの魚が居た。



ウラニボルグ

ティコは島の丁度中心に観測の為の城を建て、Urania(ギリシヤ神話における天文を司る神)の名誉という意味で Uraniborg と呼んだ。

その設計についての着想は Vicenza(イタリア北東部の都市)の近くに、イタリアでのルネサンスの大建築家である Andrea Palladio が建てた有名な Rotonda の別荘から得た。ティコが1575年イタリアに旅行した折実際にその別荘を見て来たのかも知れないが、どのみち Palladio の著書 “I quattro libri dell' architettura” を通して知っていたの

であろう。この著書は建築史上における画期的な文献で、1570年に出版された時、全ヨーロッパに大評判をなした。この中に記載されていた Rotonda の別荘は広々とした優美な建物であり、その細部も外観も明快な無駄の無い建物で、イタリアの宝石のようにほれほれするような建物であった。

これに対してティコのウラニボルグはデンマークの冬に備えて煉瓦で建てられた気持よく暖かい北方的な建物であった。銅板で葺いた屋根まできちんと積み重ねられた石灰岩のかたまり、多数のごてごてした飾りや北歐ルネサンス風の緻密なグロテスクな模様の建物であった。けれども Rotonda の別荘の設計と同一の点もあった。Palladio の別荘は、その対称性及びその対称軸が建物だけでなく、建物と風景との間に迄押し広げられた斬新な統一体を創り上げている点で見事なものである。建物そのものはその内部に正方形を包んだ円を成しており、それは更に順次より大きな正方形でかこまれている。そしてそれらの円から四本の廊下が外側の壁の中央に引かれており、部屋部屋が建物の軸の周りに対称的に並べられていた。

ウラニボルグの計画も、城壁に円形の突出部を加えたことと、建物の前後に塔を加えたことを除けば Palladio の別荘と同じであった。これらの機能的な付け加えをしたが、Palladio の純幾何学的な様式に忠実であり、更に基礎設計に於ても彼の教訓に忠実であった。幾何学的関係は設計の各種の面に、亦建物と周囲との間に示されており、庭園の四隅の壁は直角にきちっと立てられていた。城の前面と背後には同じ型の二階建ての楼門があり、二階には客が来たことを知らせ、侵入者を嚇す為によく吠える猛犬が繋いであった。

城壁内の隅に二つの大きな建物があったが、その一つはティコの印刷所であり、他は使用人達の住居であった。

城内の敷地は完全に対称的で、小路や、植込が中央の城に向かって計画的に配列されてあった。ウラニボルグの建物は三層の階になっており、地下室は塩や木材の貯蔵庫及び神秘的な錬金術の研究室があり、物識りの百姓達の語るところによると、黄金の鼻の魔術使い（ティコのこと）が気味悪い実験や、卑金属を貴金属に変えることを行った処である。勿論この地下室には種々な型の16ケの化

学用の炉もあった。この宮殿の一階は居間、客間、台処があり、もう一つ、壁に作りつけた巨大な象限儀のある観測室があった。この壁面象限儀はティコがすべての観測器の精度の基準としたものである。

南側の円形の室は図書室で、ティコが彼の有名な天球儀を置いた場所である。この天球儀は Augsburg の有名な器具製作者に特別に造らせたもので、この上にティコの注意深い観測によって、その位置が正確に決められた星をせっせと印したもので、全部で 1000 個の星が印されていた。

二階は大きな部屋で、ここは Sophia 女王が訪問される時の部屋であり、亦王の部屋でもあった。1590 年スコットランド王の James VI（後の英国王 James I）がティコを訪問されたが、デンマーク人である James 女王が Copenhagen に滞ったので、ウラニボルグの王の部屋で一晩も過さずに帰られてしまった。二階の側面、丁度一階の円形の部屋の真上は開閉出来る円錐形の屋根で覆われた円形ベランダで、この所には大きな観測器が据えられて居た。城の前面の野外には一本柱に支えられ円錐形の屋根を持った二つの小さい円形の観測用の展望台があった。城の中央部は更に三階になって居り、ここは寒い屋根裏部屋で 8 つに仕切られており助手や研究生達の寝室であった。

大体に於いて、ウラニボルグは住宅と観測所と天文学の学校をこじんまりと組合せたものであり、変った趣向や新式の機械で一杯の処であった。小川も設けられていたが、このような贅沢は同時代の君主国家例えば Louvre での Henry III やハンプトンコートでの Elizabeth 女王には知られていなかったものである。

このような贅沢や趣向は天才としてのティコの名声を高からしめた。趣向といえ、ティコは研究室から屋根裏部屋まで張りめぐらされたひもやベルの機械仕掛けで助手達にこっそり会図したり、呼び出したりした。それでティコは客が研究所を訪ねて来ると、助手をこっそりと呼び出し、助手がはしって来ると大袈裟に驚いて見せてはよろこんだりした。

ウラニボルグのまとまった風景、進歩的芸術型式、そして顕著な新技術とは正に北欧における模範を示すものであった。例え偉大な天文学者の観測が無か

ったとしても、ウラニボルグは依然としてヨーロッパ建築史上にその地位を占めることを要求し得るであろう。

城壁から少しはなれて Stjerneborg —— 星の城 —— と呼ばれる補助の観測所があった。その場所は地下であったので観測器具に対する風の影響は無かった。亦これは一層魔術家としてのティコの評価を高めることになった。百姓達は主人が星を研究する為に地下に下りてゆくのだと聞いて胆をつぶした。この補助観測所は実際大きな実用的価値を持っていた。研究生達を Uraniborg と Stjerneborg の二ヶ所に分つことによって、研究生達が自分達の記録を比較し合う前に、その記録を検査することが出来た。

Stjerneborg は精巧に彫刻された三匹の王冠を載いたライオンのある正門を通り抜けた処にあり、正門の裏側には大袈裟な言葉の銘文が金文字で記してあった。その一部は

「ティコ・ブラーエは非常な労働力と勤勉と費用とで各種の測定器を發明し造った……………」

そしてその一部はウラニボルグに、他はより不断に有効に使用する為に地下の部屋に設置した。」

と宣言している。

入口からの道は正方形の暖かい室に通じている。その室の壁には研究生の努力を鼓舞しようと考えて7人の肖像、ティモカリス、ヒパルカスからコペルニクス及びティコ自身までの天文学者の肖像が用意されていた。第8番目の肖像は未だ現われないティコの信奉者である。8番目の人物には彼の一族の中からの出現を希望し、先の銘文中でも、私の信奉者は私を祖先とするに値する者であることと言っている。この部屋から小さな通路が観測器を収めてある5つの室に通じていた。その各部屋の屋根は地上に突き出しており、側に移動させたり、同転させることが出来た。

地下の構造は、低い壁で囲われており、ウラニボルグの壁のように正方形の四辺の各々に半円がつけられていた。Uraniborg と Stjerneborg の二つの主要な建築物に加えて他にも二、三の建物があった。

貴族の傲慢さと、学者として完全に対する情熱との両者を持ち合せているティコは自己の業績を公にし、印刷公布する必要を感じていた。けれども Copenhagen の植字工達のいいかげんな腕前を信用してなかったのが、1584 年頃自分用の印刷工をやとった。その人の名は Joachim であった。そして Wittenberg に印刷機や必需品を買うために急派した。その年が過ぎる前、Joachim は印刷所を作り上げ、ティコの作ったラテン語の詩の片面刷を印刷した。印刷所は Uraniborg の諸業務にとり価値あるものだった。2 台の印刷機と 12 種の字型について各々一揃ずつの活字、装飾的な大文字活字、木版画用の機械を具えていた。ティコは更に常用に適した用紙が市場に見出せなかったのが、製紙工場を建てて用紙を造り、それに彼の城と VRANIBVRGVM の文字をすかしで入れた。印刷機はティコの科学上の業績や助手達の種々の仕事を見事な出来ばえで印刷した。亦ティコはヨーロッパ中の学者と文通し合ったが、このような文通が如何に大切なものかを知ると早速集めた文書を本に印刷することを行った。

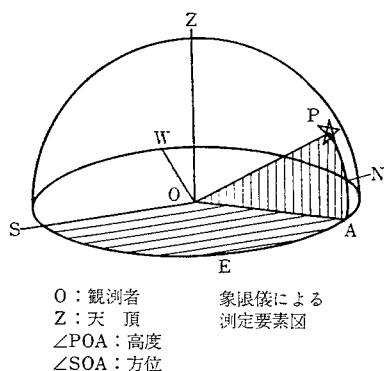
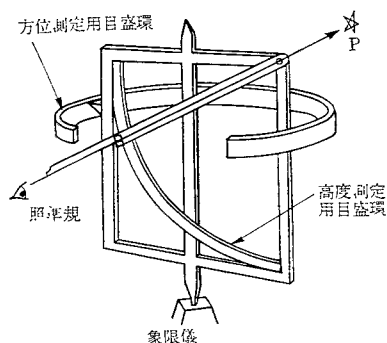
Hven 島での他の附属建物には製革所（随時製本用の羊皮紙を造った）、製粉所、機械工場があった。そこには腕の良い職人達が、ティコが発案した新しい器具を製作し、古い器具を改造し修理に当たっていた。

Hven 島での創造の数々は、全くルネサンスの思想、世界人の視野に樹つティコの考えの現われであった。

貴族、廷臣、詩人、学者、建築家、器具製作者、占星術者、錬金術者、印刷者であり天文学者であったティコは正に全北欧の理想の権化であり、偉大な人物の 1 人であった。

4. ティコの観測器具と天文学

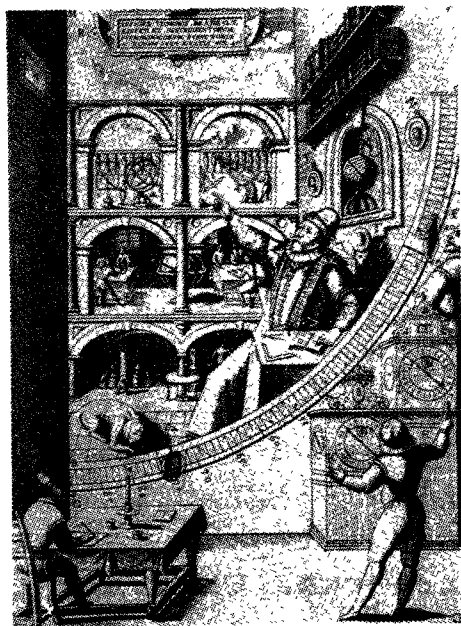
天文学者として非常に卓越していたティコは同時に優れた観測器具製作者でもあった。彼の手に成る器具の或る物は自身の発案したものであったが、大部分は従来からの器具を一層洗練させたものである。ティコの当時における基本的な天文観測器具は象限儀であった。象限儀とは、その一辺を正確に水平に、他の辺を鉛直に設置した四半分の円環で、円環には角度が目盛ってある。そし



て器具全体が 360° 回転出来るように回転軸に支えられていて、円環の二辺の交点には照準用の腕木、即ち指方規が円環に沿って回転出来るように取り付けられている。この指方規で恒星や惑星を狙えば、その高度は 90° に目盛った円環から読み取れ、その方位角は 360° に目盛った水平円により、象限儀を回転させた角度から読み取る事が出来るのである。

ティコは少なくとも6フート以上の半径を持ったこの種の測定器を二個設計したが、その1つは *quadrans magnus chalibeus*, 即ち鋼製の巨大な象限儀であった。

一層精確な観測器具は *Quadrans muralis sive Tichonicus*, 壁象限儀或いはティコの象限儀と言われているものであり、この象限儀の面は南北方向の壁面になっていて、しっかりと固定されているので星の方位を示すことは出来ない。この器具は残っていないが、



壁象限儀

10秒の角度まで直接に読み取れ、補間法を使用すれば容易に5秒の角を読むことが出来るとティコは述べていた。所謂移動法を行えば10秒の角を読み取る事は出来るが、このティコの言は全く信用することは出来ない。

例えティコが望象限儀の円環を10秒の角まで読み取る為に目盛を刻んでいたとしても最近の科学に於ける周知の事実からいって、そこまで読み取ることは到底出来ないことで、従って彼は自己満足に、自己欺瞞に陥っていたのである。ティコは彼独自の観測法によって、その観測器具の有する精度より以上の精度を得ようと試みた。ティコの方法での不精確さの根本的源泉は、人間の裸眼では、約2分より小さい角で離れている二点を識別することは不可能であるという事実にある。実際ティコの恒星や惑星の位置は最近のものと約4分きちんと違っている。この誤差は、大熊座の手にあたる部分に存在する Mizar と Alcor 連星間の距離の半分より小さいものである (Mizar と Alcor を識別する視力が初期に於ける視力の鋭さのテスト用に用いられた。)

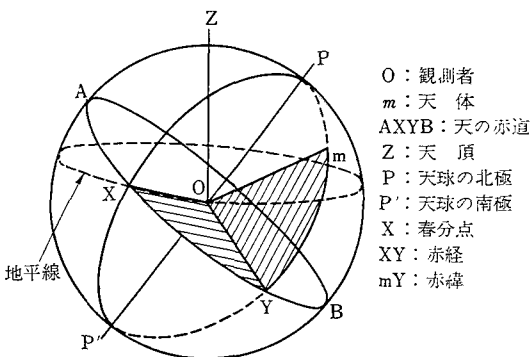
観測の好きなティコはヨーロッパを旅行したとき、軽い携帯用の、象限儀と同一の働きをする器具を考案した。この器具は 60° の角度まで読めたので、彼は六分儀と呼んでいた。この器具の一方の腕を固定し、可動の照準規で目標物を狙い、2人で組になって使用して天上物体の間の角距離を決定するのに用いた。5フィートの半径を有する携帯用の6分儀は、特に彼の自慢であった。各地で観測した時の体験は、彼に天文科学者としての心得として「他の諸科学の研究者以上に天文学者は世界の公民でなければならない。そして環境や宿命が彼に祖国というものを自覚させるような各種の立場をよく考えねばならない。」と言わさせている。

もう一つの基本的器具は視差定規であった。ティコは10フィート以上もの巨大なものを作った。これは Uraniborg の塔の一つに収められていた。そして直径20フィートを越える目盛した真鍮板の上に据られていて、方位角は直接に読めた。しかし高度は蝶番いで連結された二本の腕——その1つは照準用腕である——の位置から計算しなければならなかった。

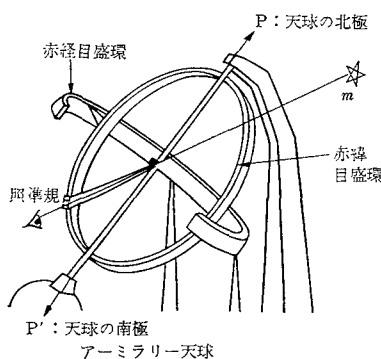
ティコが出現する大部前から、天文学者達は地球上の任意の場所での観測者

にとって妥当であるような座標系により恒星や惑星の位置を記するの必要を感じていた。観測者の位置に関して変る高度や方位は、観測者が他の場所に在るときも役に立つように変換されねばならない。この共通の妥当な座標系は地球が同心球の天球に囲れていると想像することで得られる。天文学者達は天球の赤道から南或いは北に測った星の角距離をその星の赤緯と呼んでいる。定められた子午線（春分に於ける太陽の位置、春分点と南北両極を通る大円を以てこれにあてて）から東向きに測ったその星の角距離を赤経という。この赤緯、赤経が

求めている共通の座標系を構成するのである。高度と方位から赤緯と赤経を計算するの必要を避けるために古代の天文学者達はアーミラリー天球（古代の天球儀の一種）を考案した。これは赤緯と赤経を直ちに読み取れるように星を観測する器具である。その大きな特徴は地軸に平行に据えられた軸に支えられて



回転することである。このような器具によって座標系の変換を自動的に行うものである。であるからアーミラリー天球は初期のアナログ計算機の一つであった。ティコは（彼の特質を示すように）非常に、その使用を軽蔑し、“努力を忌避する人々”の為の装置と言った。にも拘らず、その幾つかを製作し、その巨大なものを Stjerneborg



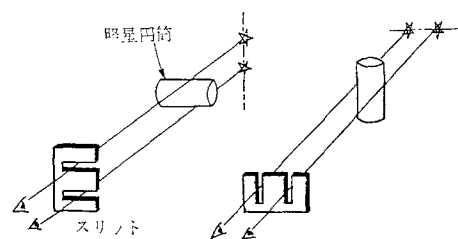
に格納した。

ティコが器具職人達を鼓舞したと思われる方法が彼の次の言葉に示されている

る。「私がここに述べることは器具の保守を希望するからである。勿論、総ての器具は完璧に近いまでに保守されねばならないが、これは細心の注意により出来る。この為には、どうすればこれを上手に行えるかを知っている熟練した職人を、亦は、そのことを学び執ることの出来る職人を雇うべきである。そして例え初めには、そのすべてを上手に、完璧に出来なくても、指導者は彼をおじけさせてはいけない。それよりも、仕事を何度も操返させ、種々のやり方に見られる欠陥が無くなるまで改善すべきである。」

しかし、ティコが行ったことは単に種々の古い天文観測用の器具を美事に改善して作り上げただけでなくそれ以上のものであった。

観測の内容を非常に向上させた技術的革新を行ったのである。特にその革新が巨大な精緻な器具に適用された時には非常に大きな効果を示した。その中で最も重要と思われるものは、照準器におけるものであろう。ティコ式の照準器には調節可能のスリットが普通ののぞき穴の接眼部に設けられていた。このスリットは光の弱い星に対しては、光をより通すために開かれ、巨大な星の観測時には閉じることが出来た。照準規の前部に付けた照星は、はるかにはなれているこのスリットの間隔と正確に同じ長さを直径とした円筒であった。観測者は一



方のスリットを通して、星が照星の円筒の側面に正にふれて見えるように照準し、それから他方のスリットを通して同様に円筒の他の側面に正にふれて見えるように照準するのである。こ

のような照準具は従来のように1本の光を通して見る接眼部よりも、非常に精確さを増した。

巨大な天文台と器具とを使用して、ティコはその偉大な星表作製の上に、多数の顕著な発見を付け加えた。

1572年の新星の出現によってティコは天球は不変ではない結論した。何故ならこの事自身、天の世界が変化し得ることを示しているのだから。亦彗星は真

に天の世界の物体であり、アリストテレスが決論したように大気圏での妨害者ではないことを発見した。そして更に彗星の観測は、多くの有名な先人達が言っていたように、堅くて透明なものとされている天球から天の世界が出来ているのではないと結論した。これらのものがティコの主要な業績であった。そして天に関する古い誤った考えや迷信の多くを一掃したのであった。

綿密な新しい惑星運動の研究にも抱らず、ティコ・ブラーエは少しもコペルニックスの理論を承認しなかった。コペルニックス説に代って、従来の地心説と新しい太陽中心説の考えを組合せたティコの体系理論を持ってきたのである。この理論では、地球は不動の状態を保ち、他の5惑星は、地球の周りを円運動する太陽の周りを円運動するのであった。

1597年 Frederick の後継者の Christian IV はティコのもったいぶったやり方に我慢ならなかったので、Hven 島での彼の領地を取り上げてしまった。

ティコは最愛の Uraniborg を去り、聖ローマ皇帝 Rudolph II に仕える為に Prague に移った。そしてこの地で彼は若いドイツの数学者ヨハネス・ケプラーに出会い、自分の助手としたのである。ティコとケプラーの結び付きは天文学史上最大の幸運をつくり出した。ティコの多年にわたる辛抱強い観測値とケプラーの神秘的な全く魔術的なほどの数学への熟練との結合は近代天文学の基礎となった。

煉瓦と石灰石の宮殿の中で、黄金の鼻をつけた天文学者は、Uraniborg 以上に光輝ある、霊妙な宇宙構造の基礎を据えたのであった。

1962. 9. 13.